Journal of Horticultural Science
Vol. 35, No.1, Spring 2021, P. 87-102
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۵، شماره ۱، بهار ۱۴۰۰، ص. ۱۰۲-۸۷
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

مقاله پژوهشی

ارزیابی صفات پومولوژیکی و مورفولوژیکی برخی از ارقام و ژنوتیپ‌های هلو (*Prunus persica* (L.) BatSch) در شرایط اقلیمی خراسان رضوی

ابراهیم گنجی مقدم[1*]- آمنه قهرمانی[2]- سید یعقوب سید معصومی خیاوی[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۴/۰۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۷/۰۱

چکیده

هلو از لحاظ اقتصادی و فرآوری اهمیت زیادی دارد و از محصولات مهم باغی است که کشت آن از مناطق نیمه‌گرمسیری تا معتدلـه توسـعه‌یافتـه است. این پژوهش با هدف انتخاب ارقام و ژنوتیپ‌های سازگار هلو در شرایط اقلیمی استان خراسان رضوی با استفاده از ۱۴ رقم و ژنوتیپ در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طی دو سال زراعی ۹۷-۱۳۹۵ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گلمکان اجرا شـد. ارقـام از لحـاظ صـفات فنولوژی (زمان شروع، طول دوره و خاتمه گلدهی، زمان رسیدن میوه)، صفات رویشی (ارتفاع، حجم تاج، سطح مقطع تنه) و پومولوژیکی (وزن میوه، وزن هسته، طول میوه، عرض میوه، عملکرد، سفتی بافت میوه، مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، شاخص طعم، pH) ارزیابی شدند. ژنوتیپ انجیری مالکی زود گل‌ترین و شندآباد هسته جدا دیر گل‌ترین در بین سایر ارقام و ژنوتیپ‌ها بودند. شندآباد-۵ و اسپرینگ تایم زودرس‌ترین و پاییزه مشکین‌شهر، گجیل و انجیری زعفرانی دیررس‌ترین ژنوتیپ‌ها بودند. ژنوتیپ حاج کاظمی دارای بیشترین میانگین ارتفاع درخت (۲۳۶/۱۸ سانتی‌متر)، سطح مقطع تنه (۱۸۱/۸۳ سانتی‌متر مربع) و حجم تاج درخت (۷۳/۳۴ سانتی‌متر مکعب) بود. در سال دوم آزمایش، صفات وزن میوه، وزن هسته، طول میوه، عرض میوه و عملکرد میوه به‌ترتیب ۴۱/۷۲، ۴۳/۴۵، ۱۶/۶۱، ۱۶/۴۰ و ۸۱/۹۹ درصد افزایش در مقایسه با سال اول نشان دادند. بیشترین میانگین صفات وزن میوه (۱۶۵/۲۸ گرم) در رقم فایت، وزن هسته (۷/۰۴ گرم) و طول میوه (۶۵/۰۵ میلی‌متر) در ژنوتیپ شندآباد هسته جدا، عـرض میـوه (۶۶/۰۴ میلـی‌متـر) در شندآباد-۵ و عملکرد میوه در فایت و پاییزه مشکین‌شهر (به‌ترتیب با میانگین ۲۱/۷۸ و ۲۱/۳۳ کیلوگرم) به‌دست آمد. انجیری زعفرانی بیشترین میانگین درصد مواد جامد محلول (۱۶/۵۹ درصد)، شاخص طعم (۴۸/۳۸) و اسیدیته (۴/۶۵) را داشت. عملکرد با صفات سطح مقطع تنه، حجم تـاج درخـت، وزن میوه، وزن هسته و عرض میوه همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. بر اساس این مطالعه به‌ترتیب صفات ارتفاع درخت، سطح مقطـع تنـه و وزن میـوه وارد مدل رگرسیونی شدند که در نهایت صفات وارد شده به مدل، ۵۳/۲۳ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه نمودند. در مجموع فایت و شندآباد هسـته جدا به‌دلیل داشتن عملکرد کمی و کیفی بالا برای کشت در منطقه خراسان رضوی قابل توصیه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: اقلیم‌پذیری، تجزیه رگرسیونی، صفات بیوشیمیایی، صفات رویشی، عملکرد میوه

مقدمه

هلو (*Prunus persica* (L.) BatSch) از خـانواده گـل‌سـرخیان (Rosaceae)، زیر خانواده Prunoidae اسـت و دارای ۱۶ کرومـوزوم (X=۸) می‌باشد. هلو از جمله محصولات مهم باغی دنیا می‌باشـد کـه بومی جنوب شرق آسیا بوده و به دلیل متفاوت بودن نیاز سـرمایی آن (۱۰۰۰-۴۰۰ ساعت) در اقلیم‌های متفاوت نیمه‌گرمسـیری تـا معتدلـه کشت می‌شود که به لحاظ ارزش تجاری در رتبه سوم بعد از سـیب و گلابی قرار دارد (۷ و ۲۲). سطح زیر کشـت هلـو در جهـان براسـاس آخرین آمارنامه سازمان خواربار جهانی فائو، ۱۶۳۹۹۲۵ هکتار می‌باشد که از این مقدار سهم ایران حدود ۷۰۰۰۰ هکتار می‌باشد که رتبه سوم از نظر سطح زیر کشت و میزان تولید را دارد. استان‌های تهران، البرز، اردبیل و مازندران بیشترین سطح زیر کشت را به خود اختصاص دادند (۳).

انتخاب رقم نه‌تنها براساس دیدگاه پومولوژیـک، بلکـه مـی‌توانـد

۱- دانشیار بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضـوی، سـازمان تحقیقـات، آمـوزش و تـرویج کشـاورزی، مشهد، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: e.ganji@areeo.ac.ir)
۲- دانشـجوی دکتـری تخصصـی علـوم باغبـانی (اصـلاح و فیزیولـوژی)، گـروه کشاورزی، واحد بجنورد، دانشگاه آزاد اسلامی، بجنورد، ایران
۳- اسـتادیار بخـش تحقیقـات علـوم زراعـی و بـاغی، مرکـز تحقیقـات و آمـوزش کشـاورزی و منـابع طبیعـی اسـتان اردبیـل، سـازمان تحقیقـات، آمـوزش و تـرویج کشاورزی، اردبیل، ایران

DOI: 10.22067/jhorts4.v35i1.87233

براساس شرایط آب و هوایی، حساسیت به بیماری، زمان برداشت و بازارپسندی باشد. بنابراین، انتخاب برای تولید اساساً تحت تأثیر نیازهای مصرف‌کنندگان است (۲۲ و ۲۸). معمولاً ارزیابی‌ها با تمرکز بر خصوصیات مورفولوژیکی و پومولوژیکی انجام می‌شود. ارزیابی‌های مورفولوژیکی معمولاً ویژگی‌های رشد گونه را مورد مطالعه قرار می دهند در حالی‌که ارزیابی‌های پومولوژیکی با خصوصیات کیفی میوه مانند استحکام، رنگ، جذابیت و بازارپسندی سروکار دارد و مصرف کنندگان بیشتر میوه‌هایی با ظاهر مناسب، اندازه یکنواخت، سالم و ترکیبات غذایی استاندارد را انتخاب می‌کنند. لذا این امر ضرورت بررسی فنوتیپ و ژنوتیپ میوه و انتخاب صفات شاخص آن را برای تولید ارقام متناسب با نیاز مصرف‌کنندگان را دوچندان می‌کند (۲۰). در حال حاضر، برنامه‌های اصلاحی مبتنی بر رضایت باغداران و مصرف‌کنندگان می‌باشد. عمده صفات اصلاحی در ارزیابی و انتخاب ارقام هلو اندازه و رنگ میوه، طعم میوه، کیفیت بافت میوه و میزان اسید می‌باشند (۸). صفاتی مانند اندازه میوه، محتوای قند و محتوای فیتوشیمیایی میوه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر شرایط محیطی و ژنوتیپ گیاه قرار می‌گیرند (۲۳). اخیراً بسیاری از برنامه‌های اصلاح نژاد به‌منظور افزایش قابلیت ذخیره‌سازی و سفت‌تر شدن بخش گوشتی میوه برای کاهش احتمال آسیب‌دیدگی در برابر ضربات وارد شده به میوه، کاهش احتمال اکسیداسیون در بخش گوشتی میوه و حفظ طعم و عطر انجام می‌گیرد. به خاطر اهمیت فاکتورهای کیفی برای مصرف کننده، مطالعات گسترده‌ای برای تولید و توسعه ارقام با صفات سالم از نظر خصوصیاتی همچون میزان و نوع فیبر، آنتی اکسیدان، ویتامین، فنل و ترکیبات معطر کننده میوه انجام شده است (۳۷). برای مثال در ایتالیا جیانگ و همکاران (۲۵) تلاش زیادی برای انتخاب صفات برتر رقم‌های قدیمی و انتقال آن به ارقام پربازده امروزی انجام دادند. همچنین یکی دیگر از دلایل برای محققان برای بررسی فنوتیپ و ژنوتیپ انواع درختان میوه از جمله هلو، انتخاب صفات مؤثر در افزایش مقاومت درخت و میوه در مقابل بیماری‌ها از جمله پوسیدگی قهوه‌ای، لب‌شتری و غیره است (۴۰).

برخی از ارقام درختان میوه هم به‌دلیل سازگاری ویژه منحصراً در یک منطقه کشت می‌شوند و برخی دیگر مانند هلو رقم جی‌اچ‌هیل نر عقیم بوده و نیازمند ارقام گرده‌افشان هستند، بنابراین اگر در انتخاب رقم برای کشت در یک منطقه دقت نشود، موفقیت بالقوه آن محل را محدود خواهد ساخت (۲۲). در تحقیقی نه رقم تجاری هلو شامل هلوی سرخ مشهد، هلوی سفید مشهد، هلوی انجیری، هلوی سبز، آلبرتا، رد هیون و جی اچ هیل به لحاظ خصوصیات کمی و کیفی میوه مورد مقایسه قرار گرفتند بر اساس نتایج، بیشترین و کمترین وزن میوه به ترتیب در ارقام جی اچ هیل و آلبرتا به دست آمد و با کیفیت ترین میوه از نظر داشتن بیشترین مواد جامد محلول هلوی سبز مشهد بود (۳۳). در مطالعه‌ای ۷۸ رقم شلیل و ۱۳۲ رقم هلو در آرژانتین مورد ارزیابی قرار گرفت که ارقام از لحاظ عملکرد میوه، تاریخ برداشت، وزن میوه و محتوای جامد محلول و اسیدیته اختلاف معنی داری داشتند (۲۷). در پژوهشی دیگر، ۲۵ رقم هلو از لحاظ تاریخ برداشت، دوره رشد میوه، عملکرد، مواد جامد محلول، اسیدیته در منطقه مشکین‌شهر مورد ارزیابی قرار گرفت در این مطالعه جی‌اچ‌هیل، رد اسکین، لورینگ، ردتاپ و دیکسی‌رد به‌عنوان ارقام برتر معرفی شدند (۲۱).

انتخاب رقم برای یک منطقه تحت تأثیر شرایط آب و هوایی آن منطقه است. چرا که یک رقم خاص در شرایط آب و هوایی مختلف، ویژگی‌های مشابه از خود بروز نمی‌دهد. از طرف دیگر، با توجه به گسترش باغات هلو در استان خراسان رضوی نیاز به مطالعه و ارزیابی ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف هلو در شرایط اقلیمی این استان به‌منظور انتخاب بهترین ارقام و حتی خصوصیات خاص میوه، ضروری به‌نظر می‌رسد. همچنین، در حال حاضر یکی از مشکلات عمده پرورش دهندگان هلو در این استان عدم دسترسی به ژنوتیپ‌های جدید و پر محصول و استفاده از ژنوتیپ‌های ناشناخته است که میزان تولید، بازارپسندی و کیفیت محصول آن‌ها کم می‌باشد. به همین جهت، هدف از اجرای پژوهش حاضر، ارزیابی صفات پومولوژیکی و مورفولوژیکی ۱۴ رقم و ژنوتیپ هلو در شرایط اقلیمی استان خراسان رضوی به‌منظور انتخاب ارقام و ژنوتیپ‌های سازگار با عملکرد کمی و کیفی بالا می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش طی دو سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ و ۹۷-۱۳۹۶ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گلمکان واقع در ۴۰ کیلومتری شمال غربی مشهد با مختصات طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۷ دقیقه، عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۹ دقیقه و ارتفاع ۱۱۷۶ متری از سطح دریا با آب و هوای معتدل، خاک شنی لومی (جدول ۱) و متوسط بارندگی سالانه ۲۲۵/۸ میلی‌متر اجرا شد. پژوهش حاضر در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار (هر واحد آزمایشی شامل سه درخت با قدرت رشد یکسان و سن مشابه چهارساله بود)، روی ۱۴ رقم و ژنوتیپ هلو (انجیری مالکی، پاییزه مشکین‌شهر، شندآباد-۵، اسپرینگ تایم، حاج کاظمی، دستگیر، سفید سردرود، شندآباد هسته جدا، انجیری زعفرانی، گجیل، شابلون، بوله دوازده، جی اچ هیل و فایت) اجرا گردید. این پژوهش در درختان چهارساله پیوندی بر روی پایه بذری هلو (هلو یزدی) با فواصل کاشت ۵×۴ متر مورد اجرا قرار گرفت. آبیاری درختان به روش قطره‌ای و همه ارقام در طول دوره تحقیق، از نظر شرایط محیطی و مدیریت باغ در شرایط کاملاً یکنواخت و یکسان قرار داشتند و ضمن انجام مراقبت‌های لازم (آبیاری، سم‌پاشی، کوددهی) درختان به فرم جامی تربیت شدند.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1- Physicochemical properties of test soil

بافت Texture	شن Sand	سیلت Silt	رس Clay	Mg	K	P	N	OC	EC	pH
–	(%)	(%)	(%)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(%)	(%)	(dS m^{-1})	-
شنی لوم Sandy-loam	39	41	19	3.03	230	8.8	0.03	0.4	2.38	7.8

صفات مورد ارزیابی

خصوصیات فنولوژیک از قبیل زمان شروع گل و زمان تمام گل وقتی بود که به‌ترتیب ۱۰ و ۷۵ درصد از گل‌ها باز شدند (۴۲) که تاریخ دقیق آن‌ها در جدول ۲ ارائه شده است. زمان رسیدن میوه وقتی بود که یک سوم از میوه‌ها، آماده برداشت شدند. خصوصیات مورفولوژیک با اندازه‌گیری ارتفاع درخت، عرض و حجم تاج، قطر تنه، قدرت رشد رویشی درخت تعیین گردید (۵). در انتهای فصل رشد، ارتفاع درخت از سطح خاک تا بالاترین سطح تاج پوشش بر حسب متر و عرض تاج بر مبنای عرض سایه‌انداز بر حسب سانتی‌متر اندازه گیری شد. حجم کل تاج درخت بر مبنای اندازه ارتفاع و پهنای آن برای درختی که ارتفاع آن بیش از پهنای آن است، به‌صورت فرمول ۱ و برای درختی که پهنای آن بیش از ارتفاع آن است، به‌صورت فرمول ۲ محاسبه شد (۴۴).

فرمول (۱) $۴/۳\ \pi ab^2$

فرمول (۲) $۴/۳\ \pi a^2 b$

در این فرمول‌ها، π: ۳/۱۴۱۶، a: نصف قطر بزرگ و b: نصف قطر کوچک است.

اندازه‌گیری قطر تنه با کولیس از محل ده سانتی‌متری پیوند انجام شد. جهت ارزیابی‌های مربوط به خصوصیات پومولوژیک همچون طول و عرض میوه، طول و عرض هسته، وزن میوه و هسته، ۱۰ میوه به‌صورت تصادفی برای هر درخت در نظر گرفته شد. اندازه‌گیری‌های مربوط به وزن میوه با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ (N0552866) انجام گرفت. طول و عرض میوه توسط کولیس دیجیتال (Stainless Hardened, China) اندازه‌گیری شد (۳۲).

سفتی بافت میوه توسط سفتی سنج (پنترومتر مدل FT, 011, Italia) در هر دو طرف میوه بعد از حذف پوست اندازه‌گیری شد (۱). مواد جامد محلول کل (TSS) توسط رفراکتومتر قابل حمل (مدل ۹۷۰۳، ساخت ژاپن) اندازه‌گیری و به‌صورت درصد (Brix) بیان شد (۵). اسیدیته میوه با pHمتر (Metrohm، مدل ۷۴۴، ساخت سوئیس) در دمای اتاق (۱۸-۲۳ درجه سانتی‌گراد) تعیین گردید. شاخص طعم میوه از تقسیم میزان مواد جامد محلول به اسیدیته قابل تیتراسیون محاسبه گردید (۲). اسید کل میوه هر رقم با روش تیتراسیون عصاره حدود ۱۵ میوه در هر تکرار از هر رقم با استفاده از سود ۰/۱ نرمال بر اساس اسید غالب هلو یعنی اسید مالیک اندازه‌گیری شد. اسید قابل تیتراسیون بر حسب درصد برای هر رقم بیان شد (۳۱). نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته با تقسیم مواد جامد محلول بر میزان اسیدیته به‌دست آمد.

تجزیه و تحلیل آماری

طرح آماری مورد استفاده بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در طی دو سال زراعی بود. نرمال‌سازی داده‌های به‌دست آمده با آزمون های Kolmogorov-Smirnov و ShapiroWilk test، تجزیه مرکب در سال با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹,۲ تست انجام شد. مقایسه میانگین با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت. همبستگی ساده (پیرسون) بین صفات از میانگین داده‌های دو سال، با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹,۲ صورت گرفت که در آن همبستگی مثبت با رنگ آبی و همبستگی منفی با رنگ قرمز مشخص شده است که افزایش شدت رنگ نشان از افزایش ضریب همبستگی است. در نهایت خوشه‌بندی ارقام و ژنوتیپ‌ها با نرم‌افزار Minitab نسخه ۱۹ به روش Ward انجام شد. تجزیه رگرسیونی گام به گام که در آن عملکرد میوه به‌عنوان صفت وابسته و سایر صفات مورفولوژیکی و پومولوژیکی به‌عنوان صفات مستقل در نظر گرفته شد، نیز با استفاده از نرم‌افزار Minitab انجام شد.

نتایج و بحث

صفات فنولوژیکی

تاریخ گلدهی در هلو یک صفت کمی محسوب می‌شود و به‌صورت ژنتیکی به نتاج منتقل می‌گردد. بر طبق نتایج جدول ۲ تفاوت‌هایی برای شروع گلدهی، مرحله تمام گل، پایان گلدهی، طول دوره گلدهی و همچنین زمان برداشت بین ارقام و ژنوتیپ‌ها مشاهده شد. انجیری مالکی زود گل‌ترین و شندآباد هسته جدا دیر گل‌ترین در بین سایر ارقام و ژنوتیپ‌ها بودند. مطابق گزارش محققین در شرایط مدیترانه‌ای زود گلدهی یک صفت مطلوب محسوب می‌شود ولی زمان گلدهی در مناطق معتدله حائز اهمیت بوده و زود گلدهی در این

شرایط یک صفت محدود کننده است (۱۷). به‌همین منظور زمان شروع گلدهی، پایان و طول دوره گلدهی مورد بررسی قرار گرفت که براساس داده‌های به‌دست آمده ژنوتیپ شندآباد هسته جدا دارای کمترین طول دوره گلدهی (۶ روز) و ژنوتیپ انجیری مالکی دارای بیشترین طول دوره گلدهی بودند. طول دوره گلدهی با زمان شروع گلدهی رابطه معنی‌دار و قابل پیش‌بینی داشت به‌طوری که زود گل ترین ژنوتیپ دارای طول دوره گلدهی بیشتر و دیر گل‌ترین ژنوتیپ دارای طول دوره گلدهی کمتر بود. در یافته‌های این پژوهش، سایر پژوهشگران نتایج مشابهی گزارش کردند (۱۵).

در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه شندآباد-۵ و رقم اسپرینگ تایم زودرس‌ترین و ژنوتیپ‌های پاییزه مشکین‌شهر، گجیل و انجیری زعفرانی دیررس‌ترین ژنوتیپ‌ها بودند (جدول ۲). دوره رشد میوه و زمان برداشت نیز یک صفت کمی بوده و به‌صورت ژنتیکی کنترل شده و به ارث می‌رسد و بستگی به رقم دارد (۱۱، ۳۰ و ۳۶). سایر پژوهشگران صفات رشد رویشی، تاریخ گلدهی، تاریخ رسیدگی را در بین ژنوتیپ‌های مختلف هلو متنوع گزارش کردند (۱۲ و ۲۲) که هم راستا با یافته‌های پژوهش حاضر می‌باشد. در حقیقت، زمان برداشت، منعکس کننده کنترل ژنتیک کمی و صفتی که به‌عنوان مشخصه هر رقم تعیین شده و از نظر کمی به ارث رسیده است (۲۶ و ۳۵)، اگرچه زمان گلدهی و برداشت ممکن است هر سال به دلیل شرایط محیطی، به‌ویژه دما تغییر کند (۳۹).

جدول ۲- میانگین دوساله تاریخ گلدهی، دوره گلدهی و زمان برداشت ارقام و ژنوتیپ‌های مورد مطالعه هلو در شرایط اقلیمی خراسان رضوی

Table 2- Biennial mean of flowering date, flowering period, and harvest time of peach cultivars and genotypes studied grown in Khorasan Razavi climate conditions

ژنوتیپ‌ها و ارقام Genotypes and cultivars	مرحله نوک صورتی Pink tip stage	شروع گلدهی The beginning of flowering	تمام گل Full bloom	پایان گلدهی End of flowering	دوره گلدهی Flowering period (day)	زمان برداشت Harvest time
'انجیری مالکی' 'Anjiri Maleki'	27.03	27.03	10.04	16.04	20	29.08
'فایت' 'Fayette'	02.04	02.04	11.04	16.04	15	01.09
'پاییزه مشکین‌شهر' 'Paeeze Meshkinshahr'	07.04	07.04	11.04	16.04	10	16.09
'شندآباد-۵' 'Shandabad-5'	27.03	01.04	09.04	14.04	15	07.06
'اسپرینگ‌تایم' 'Spring time'	27.03	01.04	09.04	16.04	17	19.06
'حاج کاظمی' 'Hajkazemi'	07.04	07.04	10.04	17.04	11	18.08
'دستگیر' 'Dastgir'	07.04	07.04	11.04	14.04	8	22.08
'سفید سردرود' 'Sefid Sardrood'	07/04	07/04	11/04	16.04	10	29.08
'شندآباد هسته جدا' 'Shand Abad Haste Joda'	07/04	09/04	11/04	14/04	6	22/08
'انجیری زعفرانی' 'Anjiri Zaferani'	04.04	05.04	09.04	14.04	12	16.09
'گجیل' 'Gajil'	07.04	07.04	11.04	19.04	13	16.09
'شابلون' 'Shablon'	07.04	07.04	11.04	19.04	13	27.08
'بوله ۱۲' 'Boole-12'	07.04	07.04	11.04	19.04	13	29.08
'جی‌اچ‌هیل' 'G. H. Hale'	07.04	07.04	11.04	17.04	11	04.08

این تنوع در زمان برداشت در میان ارقـام و ژنوتیـپ‌هـا ارزشـمند بوده و اجازه می‌دهند در طول سال بازار مصرف پوشش داده شود (۸). دوره رشد میوه و تاریخ برداشت هلو بسیار وابسته به رقـم یـا ژنوتیـپ است. با این حال، تحقیقات نشان داده است که درجه حرارت بهار بـر تاریخ برداشت ارقام هلو تأثیر می‌گذارد (۲۶). ارشد (۴) رقم ردهاون را زودرس‌ترین و ارقام ردتـاپ و شاسـتا را میـان‌رس و جـی اچ هیـل را به‌عنوان رقم دیررس برای شرایط کرج گزارش نموده است. همچنـین فتحی و همکاران (۲۲) رقم اسپرینگ تایم را زودرس‌ترین و سـودانل را دیررس‌ترین رقم هلو برای منطقه مشکین‌شهر گزارش کرد.

صفات مورفولوژیک و پومولوژیک

نتایج نشان داد که اثر سال و ژنوتیپ و همچنین اثر متقابـل ایـن دو بر ارتفاع درخت، سطح مقطـع تنـه و تـاج درخـت معنـی‌دار بودنـد (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر سال نشان داد که ارتفاع درخت، سطح مقطع تنه و حجم تاج درخت در سال دوم به‌ترتیـب ۳۱/۶۷، ۶۵/۴۰ و ۴۱/۸۰ درصد در مقایسه با سـال اول افـزایش داشـتند (۴). فتحـی و همکاران (۲۲) گزارش کردند که صفات رویشی از قبیل ارتفاع درخـت و حجم تاج درخت علاوه بر اینکه تابعی از تغییرات عوامل محیطی از جمله نور، دما و تغییرات در پتانسیل آب تنه است، تحت تأثیر سـال و میزان باردهی نیز قرار می‌گیرد. با توجه به اینکـه اغلـب ایـن صـفات تحت تأثیر عواملی همچون شرایط محیطی و اقلیمـی، بلـوغ درخـت، نوع رقم می‌باشند، قابل پیش‌بینی هست که تأثیر سال و اثـر متقابـل آن با ژنوتیپ درخت معنی‌دار باشد. نتایج مطالعـات مختلـف از جملـه فتحی و همکاران (۲۱) و منظر و همکاران (۲۸) نیز مؤید این امر می‌باشد. اختلاف در رشد رویشی در سال‌ها را می‌تـوان بـه جـذب آب و عناصر غذایی در نتیجه افزایش فتوسنتز و تجمع ماده خشک، تقسـیم سلولی و رشد سلول‌ها در گیاه نسبت داد چرا که عامل اصلی در رشـد رویشی هر محصول می‌باشند و با توجه به تفاوت ژنتیکی بـین ارقـام مختلف میزان جذب این عوامل غذایی بین ارقام مختلف متفاوت مـی باشد. از طرفی در سال‌های اول پس از کاشت، حجـم ریشـه کوچـک بوده و با گذشت زمان و تثبیت ریشه درختان ابعاد حجـم تـاج، سـطح مقطع تنه و ارتفاع درختان افزایش می‌یابد و به دنبال آن هم بر سطح باردهی درخت هم بر حجم کل درخـت افـزوده مـی‌شـود (۲۰). رشـد سطح مقطع تنه در ارتباط با رشد کلی شاخساره‌هـا روی درخـت مـی باشد. بدیهی است که افـزایش در رشـد شاخسـاره‌هـا، افـزایش رشـد قطری تنه را هم سال به سال به‌دنبال خواهد داشت (۲۲).

براساس نتایج مقایسه میانگین اثر ژنوتیـپ، حـاج کـاظمی دارای بیشترین میانگین ارتفاع درخت (۲۳۶/۱۸ سانتی‌متر)، سطح مقطع تنـه (۱۸۱/۸۳ سانتی‌متر مربـع) و حجـم تـاج درخـت (۷۳/۳۴ سـانتی‌متـر مکعب) بود که در مقایسه با شاهد (جی اچ هیـل) بـه‌ترتیـب افـزایش ۳۸/۶۲، ۷۹/۹ و ۵۵/۷ درصدی داشتند. کمترین میانگین صفات ارتفاع درخت (۱۳۴/۳۷ سانتی‌متر)، سطح مقطع تنه (۴۴/۰۲ سانتی‌متر مربع) و حجم تاج درخت (۳۵/۹ سانتی‌متر مکعب) در ژنوتیپ انجیری مالکی بود (جدول ۵). نتایج حاصل از این آزمایش با نتایج سـایر آزمـایش‌هـا مطابقت دارد که اظهار داشتند رشد رویشـی درختـان هلـو عـلاوه بـر اینکه تحت تأثیر پایه قرار می‌گیرد به ژنوتیپ بستگی دارد (۱۸ و ۲۴). این اختلافات در صفات رویشی درختان در ارقام هلو یک پدیده عادی محسوب می‌شود و دوره رشد در ژنوتیپ‌های هلو هم متفاوت گزارش شده است (۸). سایر پژوهشگران نیز اظهـار داشـتند در درختـان هلـو علاوه بر پایه، عملکرد گیاه تابع اندازه و حجـم تـاج، محـیط و سـطح مقطع عرضی تنه درختان می‌باشد (۴۳).

اثر سال، ژنوتیپ و اثر متقابل سال در ژنوتیپ بر وزن تـک میـوه، وزن هسته، طول میوه، عرض میوه و عملکرد میوه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بودند (جدول ۳). در سـال دوم آزمـایش، صـفات وزن میوه، وزن هسته، طول میوه، عرض میوه و عملکرد میـوه بـه ترتیـب ۴۱/۷۲، ۴۳/۴۵، ۱۶/۶۱، ۱۶/۴۰ و ۸۱/۹۹ درصد افزایش در مقایسه با سال اول نشان دادند (جدول ۴).

براساس مقایسه میانگین صفات پومولوژیک ژنوتیـپ‌هـای مـورد آزمایش، بیشترین میانگین صفات وزن تک میـوه (۱۶۵/۲۸ گـرم) در رقم فایت، وزن هسته (۷/۰۴ گرم) در ژنوتیـپ شـندآباد هسـته جـدا، طول میوه (۶۵/۰۵ میلی‌متر) در ژنوتیپ شـندآباد هسـته جـدا، عـرض میوه (۶۶/۰۴ میلی‌متر) در شندآباد-۵ و عملکرد میوه در فایت و پاییزه مشکین‌شهر (به‌ترتیب با میانگین ۲۱/۷۸ و ۲۱/۳۳ کیلوگرم) به دسـت آمد (جدول ۵). میزان افزایش وزن تک میوه، وزن هسته، طول میـوه، عرض میوه و عملکرد در ژنوتیپ‌های برتر در مقایسه شـاهد (جـی اچ هیـل) بـه ترتیـب ۲۴/۰۵، ۲۲/۱۵، ۱۰/۱۷، ۱۰/۴۴ و ۴۷/۳۰ درصـد محاسبه شد. وزن میوه، وزن هسته، عرض و طول میوه در اسـپرینگ تایم و حاج کـاظمی و همچنـین عملکـرد میـوه در ژنوتیـپ دسـتگیر کمترین میانگین را در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعـه داشـتند (جـدول ۵). با توجه به اینکه این وزن تک میوه به شدت در انتخـاب مصـرف کننده و بازارپسندی دخیل هستند بنابراین ضروری هست در انتخـاب ارقام مناسب به این عوامل توجه کرد. به‌عنوان مثال نتـایج مطالعـات هیلایری (۲۵) در فرانسه نشان داد در شرایط مساوی بین خصوصیات دیگر، وزن متوسط میوه نقش اساسی در انتخاب رقم مناسب را دارند. مطالعات گذشته نشـان داده اسـت کـه وزن میـوه و عملکـرد درخـت فاکتورهای توارثی کمی هستند کـه تعیـین کننـده عملکـرد در واحـد سطح می‌باشند و همچنین قابلیت بازارپسندی میوه را نیز تحت تـأثیر قرار می‌دهند (۶). اختلاف معنی‌دار بین ارقام هلو در تحقیقـات مشـابه گزارش شده است (۲۲، ۲۷ و ۴۱) که نتایج این آزمایش را تائید مـی‌نماید.

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب اثر ژنوتیپ بر خصوصیات مورفولوژیک و پومولوژیک هلو در شرایط اقلیمی خراسان رضوی

Table 3- Compound ANOVA for the effect of genotype on morphological and pomological characteristics of peach grown in Khorasan Razavi climate conditions

منابع S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares												
		ارتفاع درخت Tree height	سطح مقطع تنه Trunk cross section	حجم تاج درخت Crown of the tree	وزن میوه Fruit weight	وزن هسته Stone weight	طول میوه Fruit length	عرض میوه Fruit width	عملکرد میوه Fruit yield	سفتی بافت میوه Fruit tissue firmness	مواد جامد محلول Soluble solids	اسیدیته قابل تیتراسیون Titratable acidity	شاخص طعم Flavor index	اسیدیته pH
سال Year (Y)	1	9677.55**	114921.13**	12504.97**	51533.06**	164.10**	1837.27**	2047.13**	4242.19**	0.081*	56.14**	0.036ns	117.06**	1.16**
خطا Error (1)	4	241.90	462.35	91.81	153.72	0.40	8.28	15.71	38.02	0.026	0.68	0.019	3.54	0.014
ژنوتیپ Genotype (G)	13	4617.17**	10972.95**	931.74**	8311.10**	6.05**	439.28**	316.78**	130.57**	0.511**	9.36**	0.308**	489.10**	0.741**
سال× ژنوتیپ Y × G	13	785.13**	2912.73**	108.21*	2885.06**	5.25**	123.58**	70.15**	67.10**	0.488**	3.05**	0.217**	59.62**	0.137**
خطای کل Error (Total)	52	304.96	753.294	49.34	39.71	0.05	4.55	3.51	2.06	0.085	0.28	0.010	3.65	0.010
ضریب تغییرات C.V (%)	-	9.68	16.49	14.19	5.43	4.44	3.94	3.25	9.76	12.22	3.62	10.75	10.65	2.90

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, * and **: non-significant and significant at 5 and 1% of probability levels, respectively

جدول ٤- اثر سال اجرای آزمایش بر صفات مورفولوژیک و پومولوژیک ژنوتیپ و ارقام هلو در شرایط اقلیمی خراسان رضوی

Table 4- The effect of different years of experiment on morphological and pomological traits of peach genotypes and cultivars grown in Khorasan Razavi climatic conditions

سال Year	ارتفاع درخت Tree height (cm)	سطح مقطع تنه Trunk cross section (cm^2)	حجم تاج درخت Crown of the tree (cm^3)	وزن میوه Fruit weight (gr)	وزن هسته Stone weight (g)	طول میوه Fruit length (cm)	عرض میوه Fruit width (cm)	عملکرد میوه Fruit yield (kg)	سفتی بافت میوه Fruit tissue firmness (kg)	مواد جامد محلول Soluble solids (%)	اسیدیته قابل تیتراسیون Titratable acidity	شاخص طعم Flavor index	اسیدیته pH
سال اول First year	146.48 b	45.43 b	36.40 b	85.44 b	3.80 b	49.23 b	52.50 b	4.49 b	1.01 b	13.72 b	0.97 a	16.65 b	3.45 b
سال دوم Second year	214.39 a	131.33 a	62.55 a	146.61 a	6.72 a	59.04 a	62.80 a	24.94 a	1.38 a	15.92 a	0.92 a	19.22 a	3.71 a

حروف غیرمشابه نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد طبق آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

Dissimilar letters indicate significant difference at 5% of probability level according to Duncan's multiple range test.

جدول ۵- صفات مورفولوژیک و پومولوژیک ۱۴ ژنوتیپ و رقم هلو در شرایط اقلیمی خراسان رضوی

Table 5- Morphological and pomological traits of 14 peach genotypes and cultivars grown in Khorasan Razavi climatic conditions

ژنوتیپ یا رقم Genotype or cultivar	ارتفاع درخت Tree height (cm)	سطح مقطع تنه Trunk cross section (cm^2)	حجم تاج درخت Crown of the tree (cm^3)	وزن میوه Fruit weight (gr)	وزن هسته Stone weight (g)	طول میوه Fruit length (cm)	عرض میوه Fruit width (cm)	عملکرد میوه Fruit yield (kg)	سفتی بافت Tissue firmness (kg)	مواد جامد محلول Soluble solids (%)	اسیدیته قابل تیتراسیون Titratable acidity	شاخص طعم Flavor index	اسیدیته pH
'انجیری مالکی' 'Anjiri Maleki'	134.37 f	44.02 fg	35.9 de	114.8 d	5.19 cd	47.16 f	60.49 cd	11.88 de	1.40 ab	13.18 f	1.35 a	10.68 e	3.92 b
'فایت' 'Fayette'	171.28 de	97.45 cd	52.96 bc	165.28 a	6.29 b	60.96 bc	62.72 bc	21.78 a	1.20 cd	15.22 c	1.07 bc	14.25 cd	3.32 f
'پاییزه مشکین‌شهر' 'Paeeze Meshkinshahr'	201.39 bc	97.49 cd	54.77 bc	93.39 ef	4.97 d	51.01 e	51.72 ef	21.33 a	0.40 f	14.16 e	0.95 cd	15.11 cd	3.36 f
'شندآباد-۵' 'Shandabad-5'	203.51 bc	133.57 b	62.27 ab	152.98 b	6.2 b	60.65 bcd	66.04 a	18.96 b	0.70 e	15.34 bc	0.93 cd	16.47 cd	3.46 def
'اسپرینگ‌تایم' 'Spring time'	210.75 ab	132.23 b	61.99 ab	56.96 g	3.79 f	44.39 f	45.73 g	18.7 b	1.37 bc	15.67 bc	0.97 bcd	17.6 bc	3.63 cd
'حاج کاظمی' 'Haj Kazemi'	236.18 a	181.83 a	73.34 a	47.72 g	3.7 f	46.39 f	44.07 g	15.7 c	1.33 bc	12.93 f	0.86 de	16.48 cd	3.79 bc
'دستگیر' 'Dastgir'	178.34 cd	66.85 defg	44.6 cd	98.46 ef	5.5 c	47.63 f	50.32 f	8.91 f	0.70 e	12.88 f	0.96 cd	13.57 de	3.41 ef
'سفیدسردرود' 'Sefid Sardrood'	169.62 de	44.15 fg	36.25 de	158.51 ab	6.54 b	65.02 a	64.47 ab	11.09 ef	0.15 g	15.2 c	0.9 cd	17.23 bc	3.46 def
'شندآباد هسته جدا' 'Shand Abad Haste Joda'	170.99 de	88.31 de	51.57 bc	155.01 b	7.04 a	63.77 ab	64.27 ab	20.85 ab	0.30 f	14.3 de	0.74 e	20.13 b	3.54 cd
'انجیری زعفرانی' 'Anjiri Zaferani'	203.04 bc	126.89 bc	62.44 ab	91.2 f	4.45 e	37.49 g	57.74 d	13.64 cd	0.15 g	16.59 a	0.35 f	48.38 a	4.65 a
'گجیل' 'Gajil'	162.15 def	77.69 def	46.87 cd	148.1 b	5.19 cd	59.97 cd	63.84 ab	10.57 ef	1.20 cd	16.16 ab	1.14 b	14.96 cd	3.34 f
'شابلون' 'Shablon'	181.2 cd	58.76 efg	39.25 de	113.73 d	4.34 e	62.18 abc	62.48 bc	10.82 ef	1.70 a	15.06 cd	0.94 cd	16.7 cd	3.42 ef
'بوله ۱۲' 'Boole-12'	158.42 def	51.63 fg	38.03 de	102.83 e	5.03 d	52.91 e	54.1 e	10.67 ef	1.50 ab	14.31 de	1.02 bcd	14.77 cd	3.43 ef
'جی اچ هیل' 'G. H. Hil'	144.95 ef	36.44 g	32.42 e	125.52 c	5.48 c	58.43 d	59.14 d	11.24 ef	0.2 fg	16.56 a	1.14 b	14.81 cd	3.45 def

حروف غیرمشابه نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد طبق آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

Dissimilar letters indicate significant difference at 5% of probability level according to Duncan's multiple range test.

همچنین کنترل ژنتیکی عملکرد و ارتباط آن با وزن میوه را گزارش کرده‌اند (۱۰). بر اساس نتایج سایر آزمایش‌ها، عملکرد بالا ارتباط مثبتی با میوه‌های درشت داشته و در ارقام دیررس مشاهده می شود (۱۸ و ۳۸) که نتایج حاصل از این آزمایش را تأیید می‌نماید.

صفات کیفی و بیوشیمیایی همچون سفتی بافت میوه، درصد مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، شاخص طعم (یا شاخص نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته قابل تیتراسیون) و pH آب میوه تحت تأثیر سال، ژنوتیپ و سال در ژنوتیپ به غیر از اثر سال بر اسیدیته قابل تیتراسیون، تفاوت معنی‌داری نشان دادند (جدول ۳). در سال دوم اجرای آزمایش بیشترین میانگین صفات کیفی و بیوشیمیایی به‌دست آمد به‌طوری که سفتی بافت میوه، درصد مواد جامد محلول، شاخص طعم و pH آب میوه در مقایسه با سال اول به‌ترتیب ۲۶/۸، ۱۳/۸۱، ۱۳/۳۷ و ۷/۰۰ درصد افزایش نشان دادند (جدول ۴).

مقایسه میانگین بین ژنوتیپ‌های مورد آزمایش نشان داد که شابلون با میانگین ۱/۷۰ کیلوگرم بالاترین سفتی بافت میوه را داشت که با ژنوتیپ بوله-۱۲ تفاوت معنی‌دار آماری نشان نداد و در مقایسه با شاهد افزایش ۸۸/۲ درصدی داشت. کم‌ترین سفتی بافت میوه با میانگین ۰/۱۵ کیلوگرم مربوط به ژنوتیپ انجیری زعفرانی بود (جدول ۵).

در مقایسه میانگین اثر ژنوتیپ بر صفات بیوشیمیایی، ژنوتیپ انجیری زعفرانی بیش‌ترین میانگین صفات مواد جامد محلول (۱۶/۵۹ درصد)، شاخص طعم (۴۸/۳۸) و اسیدیته (۴/۶۵) را داشت که در مقایسه با شاهد به‌ترتیب ۰/۱، ۶۹/۳۸ و ۲۵/۸ درصد افزایش را نشان داد (جدول ۵). بیشترین اسیدیته قابل تیتراسیون نیز در ژنوتیپ انجیری مالکی با میانگین ۱/۳۵ مشاهده شد که افزایش ۱۵/۵۵ درصدی در مقایسه با شاهد داشت (جدول ۵). ژنوتیپ‌های انجیری مالکی، حاج کاظمی و دستگیر دارای کم‌ترین میانگین مواد جامد محلول، ژنوتیپ انجیری زعفرانی کم‌ترین میانگین اسیدیته قابل تیتراسیون، ژنوتیپ انجیری مالکی کم‌ترین شاخص طعم و فایت، پاییزه مشکین‌شهر و گجیل، کم‌ترین pH آب میوه را نشان دادند (جدول ۵). مقدار کل مواد جامد محلول یک ویژگی با کیفیت مهم در برنامه‌های پرورش میوه است، زیرا گزارش شده است که به عطر، طعم و شهد میوه به این صفت بسیار وابسته است، همچنین نتایج مطالعات مختلف نشان دهنده اختلاف از نظر کل مقدار مواد جامد محلول، تنوع در بین درختان، میوه‌های یک درخت و در میان سال‌ها در مقایسه با تنوع در بین ژنوتیپ‌ها ناچیز است (۲۵). بر اساس نتایج، میزان مواد جامد محلول بین ۱۲/۸ تا ۱۶/۵ درصد بود که در محدوده گزارش شده برای هلو در دیگر مطالعات می‌باشد (۲۱). در تحقیقات مشابه تفاوت معنی‌داری بین ارقام از لحاظ مواد جامد محلول مشاهده شده است که مقدار آن از ۲/۹ تا ۱۵ درجه بریکس در بین ارقام متفاوت بود (۲۰). محتوای مواد جامد محلول و ترکیب میوه‌ها تحت تأثیر ژنتیک و شرایط محیطی قرار می‌گیرد و توسط آنزیم‌های مختلف کنترل می‌شود (۱۳). بر اساس گزارش‌های سایر محققین، حداقل مواد جامد محلول ۱۱ درجه بریکس بوده و کمتر از آن عموماً برای مشتری پسندیده نمی‌باشد (۱۱ و ۲۳). حداقل مواد جامد محلول توسط اتحادیه اروپا هشت درصد اعلام شده است (۲۲). ارتباط بین بریکس و مقبولیت برای مشتری برای یک صفت و خصوصیت مهم برای رقم محسوب می‌شود ولی بریکس به‌تنهایی برای بازارپسندی معتبر نمی‌باشد و درصد بریکس قانع کننده نیست (۱۸).

همچنین تمایل به داشتن بریکس بالا در ارقام دیررس هلو و زردآلو گزارش شده است و از این لحاظ تنوع بالایی در میان ارقام و نتاج حاصل از برنامه‌های اصلاحی مشاهده شده است (۱۴) که این هم می‌تواند به‌وسیله تنظیم کمی این صفت کیفی توضیح داده شود و این تنوع و تغییرپذیری اجازه می‌دهد که بتوان جالب‌ترین و جذاب ترین دانهال‌ها و ارقام را از لحاظ طعم و شیرینی انتخاب نمود (۹). در تحقیقات مشابه گزارش شده است که میوه‌های گوشت زرد (زعفرانی) دارای مواد جامد محلول بالاتر و میانگین اسیدیته کم می‌باشند (۱۸) که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. همچنین نتایج مشابهی در مقایسه چهار رقم هلو در ایتالیا از نظر میزان اسیدیته قابل تیتراسیون ارائه شده است (۱۰).

در مطالعه‌ای مقادیر اسیدیته قابل تیتراسیون بین ارقام هلو از ۰/۴۲ تا ۰/۸۹ درصد متغیر بود (۳۸). اسیدی یا ترش بودن میوه نقش مهمی در بازارپسندی و مشتری‌پسندی میوه‌ها دارد (۲۷). با این حال، صفاتی مانند اندازه میوه، محتوای مواد جامد محلول و محتوای فیتوشیمیایی به‌طور قابل ملاحظه‌ای تحت تأثیر محیط و ژنوتیپ قرار دارند (۲۱). بر اساس مطالعات انجام شده، برخی از این ژنوتیپ‌ها دارای یک یا چند صفت مطلوب میوه هستند که ممکن است در آینده جزء ارقام تجاری قرار گیرند از این‌رو این ژنوتیپ‌ها به‌صورت منطقه ای مورد آزمایش قرار می‌گیرند (۳۴).

در مطالعه‌ای مقادیر اسیدیته قابل تیتراسیون بین ارقام هلو از ۰/۴۲ تا ۰/۸۹ درصد متغیر بود (۳۸). اسیدی یا ترش بودن میوه نقش مهمی در بازارپسندی و مشتری‌پسندی میوه‌ها دارد (۲۷). با این حال، صفاتی مانند اندازه میوه، محتوای مواد جامد محلول و محتوای فیتوشیمیایی به‌طور قابل ملاحظه‌ای تحت تأثیر محیط و ژنوتیپ قرار دارند (۲۱). بر اساس مطالعات انجام شده، برخی از این ژنوتیپ‌ها دارای یک یا چند صفت مطلوب میوه هستند که ممکن است در آینده جزء ارقام تجاری قرار گیرند از این‌رو این ژنوتیپ‌ها به‌صورت منطقه ای مورد آزمایش قرار می‌گیرند (۳۴). نتایج مشابه توسط محققین گزارش شده است که بیشتر هلوهای تخت (انجیری) دارای عطر و طعم عالی با طعم شیرین با اسیدیته پایین و محتوای مواد جامد

محلول بالا هستند (۲۶). نسبت قند به اسید عموماً به‌عنـوان شـاخص رسیدگی[1] و کیفیت گزارش شده است (۳۵). از این شاخص در انتخاب ارقام برتر از لحاظ کیفیت استفاده می‌شود و معمولاً نسـبت‌هـای بـالا ترجیح داده می‌شوند. همچنین، شاخص جذابیت برای رسیدگی نقـش مهمی در مقبولیت مشتری و بازارپسندی در هلو ایفـا مـی‌نمایـد و دو صفت اسیدیته بالا و بریکس پایین و وزن پایین میوه باعث مـی‌شـود که آن‌ها از گردونه انتخاب به‌عنوان رقم برتر حذف شوند (۲۴).

همبستگی بین صفات

نتـایج همبسـتگی سـاده (پیرسـون) صـفات مورفولوژیـک و پومولوژیک و همچنین برخی صفات بیوشـیمیایی ۱۴ ژنوتیـپ و رقـم هلو در جدول ۶ ارائه شده است. براساس نتایج به‌دست آمده، عملکـرد میوه با صفات سطح مقطع تنـه، حجـم تـاج درخـت، وزن میـوه، وزن هسته و عرض میوه همبسـتگی مثبـت و معنـی‌داری داشـت. صـفات بیوشیمیایی مورد مطالعه تحت تأثیر عملکـرد همبسـتگی معنـی‌داری نشان ندادند. بررسی داده‌های سفتی بافـت میـوه نشـان داد کـه ایـن پارامتر با صفات عرض میوه و شاخص طعم همبستگی مثبت و معنـی داری داشت. در همین راستا، سایر پژوهشگران نتایج مشابهی گزارش کردند که صفات مرتبط با عملکرد، گلدهی، زمان برداشـت و کیفیـت میوه، معمولاً صفات ژنتیکی کمی میوه هستند و هیچ گونـه ارتبـاطی بین صفات پومولوژیکی مرتبط با صفات کیفی میوه در هلو وجود ندارد (۱۰ و ۲۲). نتایج نشان داد که با افـزایش اسـیدیته قابـل تیتراسـیون، شاخص طعم افت معنی‌داری خواهد داشت، ولی بـا افـزایش اسـیدیته آب میوه شاخص طعم نیز افزایش نشان داد. وزن میوه به همراه طول و عرض میوه یک عامل اصلی ارثـی کمـی اسـت کـه تعیـین کننـده عملکرد، کیفیـت میـوه و مقبولیـت مصـرف کننـده اسـت (۱۸). بـین افزایش عملکرد درختان با افزایش رشد رویشی سطح مقطـع عرضـی تنه، اندازه و ابعاد تاج درخت و تعداد شاخه‌های بارده در درختـان هلـو رابطه مستقیم وجود دارد (۲۲) به‌طوری کـه بـا افـزایش میـزان رشـد صفات رویشی و اضافه شدن تعـداد شـاخه‌هـای بـارده میـزان تولیـد محصول و اجزای آن افزایش می‌یابـد. در پـژوهش حاضـر، بـین وزن میوه و مواد جامد محلول همبستگی مثبتی بـا ضـریب ۰/۲۸ مشـاهده شـد. براسـاس یافتـه‌هـای فتحـی و همکـاران (۲۲) اسـیدیته قابـل تیتراسیون با مواد جامد محلول همبستگی منفی داشت که همسـو بـا نتایج پژوهش حاضر می‌باشد. تمایل به داشتن بریکس بـالا در ارقـام دیررس هلو و زردآلو گزارش شده است (۲۰ و ۲۱). ولـی ایـن پـارامتر (بریکس) به‌تنهایی برای بازارپسندی معتبر نبوده و نسبت مـواد جامـد محلول به اسید به‌عنوان شاخص طعم و کیفیـت میـوه گـزارش شـده است که نقش مهمی در بازارپسندی و مشتری‌پسندی میـوه هلـو دارد (۷، ۱۶ و ۴۰). سایر پژوهشگران بیان داشتند کـه در حـین رسـیدن میـزان اسیدیته قابل تیتراسـیون کـاهش یافتـه و میـزان مـواد جامـد محلول افزایش می‌یابد، بنابراین با افزایش مقـدار مواد جامـد محلـول به‌عنوان یکی از اجزای غیرساختاری مـاده خشـک میـوه، وزن خشک گوشت نیز افزایش می‌یابـد (۲۸). در پژوهشی گـزارش شـد کـه بـین صفات مورفولوژیـک و پومولوژیـک ۱۲۸ ژنوتیـپ زردآلـو همبسـتگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد (۶) که هم‌راستا با یافتـه‌هـای پـژوهش حاضر می‌باشد.

رگرسیون گام به گام

جهت حذف صفات غیرمؤثر یـا کـم اثـر در مـدل رگرسـیونی بـر عملکرد میوه از تجزیه رگرسیونی گام به گام استفاده شـد. بـرای ایـن منظور از روش Stepwise به‌صورتی که صفت عملکرد میوه به‌عنوان متغیر وابسته و باقی صفات مورفولوژیک و پومولوژیک به‌عنوان صفات مستقل بودند، انجام گردید. براساس این مطالعه به‌ترتیب صفات ارتفاع درخت، سطح مقطع تنه و وزن میوه وارد مـدل شـدند کـه در نهایـت صفات وارد شده به مدل، ۵۳/۲۳ درصد از تغییـرات عملکـرد میـوه را توجیه نمودند. مدل نهایی رگرسیونی عبارت است از (رابطه ۱):

$$Y= -2.65 – 0.0713\ (X1) + 0.3501\ (X2) + 0.0567\ (X3)$$

رابطه ۱:

که در آن X1= ارتفاع درخت، X2 = سـطح مقطـع تنـه و X3= وزن میوه بودند. نتایج به‌دست آمده از این بخـش نشـان داد کـه وزن میوه به‌عنوان یک صفت بسیار مهـم در ژنوتیـپ‌هـای هلـو مـؤثر بـر عملکرد نهایی میوه می‌باشد. در تجزیه همبسـتگی بـین صـفات نیـز، وزن میوه دارای ضریب مثبت بالا (**۰/۷۶) با عملکرد میوه می‌باشـد که همسو با یافته‌های این بخش از آزمایش است. داشتن ارتباط مثبت وزن میوه با عملکرد و کنترل ژنتیکـی آن توسـط سـایر پژوهشـگران گزارش شده است (۱۱، ۱۹ و ۲۲) و نشان از اهمیت ایـن پـارامتر بـر عملکرد نهایی میوه می‌باشد که تائیدی بر یافته‌های پـژوهش حاضـر می‌باشد.

تجزیه کلاستر

به‌منظور گروه‌بندی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، تجزیه کلاستر برای ۱۴ ژنوتیپ و رقم صورت گرفت که نتایج آن در شـکل ۱ ارائـه شـده است. ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در شرایط اقلیمی خراسان رضـوی بـه سه کلاستر تقسیم‌بنـدی شـدند. کلاسـتر اول دارای پـنج ژنوتیـپ (فراوانی ۳۵/۷ درصد)، کلاستر دوم دارای چهار ژنوتیپ (فراوانی ۲۸/۵ درصد) و گروه سوم بـا پـنج ژنوتیـپ (فراوانـی ۳۵/۷ درصـد) بودنـد. کلاستر اول با فروانی ۳۵/۷ درصد پاییزه مشکین‌شهر، اسپرینگ تایم، حاج کاظمی، شـندآبـاد-۵ و انجیـری زعفرانـی را در خـود جـای داد.

1- Ripening index

کلاستر دوم که فایت، سفید سردرود، شنداباد هسته جدا و جی اچ هیل را در داخل خود داشت، دارای فراوانی ۲۸/۵ درصد بود و رقم شاهد و همچنین ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در این گروه جای گرفته بود. کلاستر سوم با فراوانی ۳۵/۷ درصد انجیری مالکی گجیل، شابلون، دستگیر و بوله-۱۲ را شامل می‌شد.

جدول ٦- همبستگی ساده بین صفات پومولوژیک و مورفولوژیک ١٤ رقم و ژنوتیپ هلو در شرایط اقلیمی خراسان رضوی

Table 6- Simple correlation between pomological and morphological traits of 14 peach genotypes and cultivar grown in Khorasan Razavi climatic conditions

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	0.83**											
3	0.85**	0.92**										
4	-0.27 ns	-0.11 ns	-0.22 ns									
5	0.05 ns	0.15 ns	0.12 ns	0.67**								
6	-0.10 ns	-0.18 ns	-0.25 ns	0.69**	0.43*							
7	-0.34*	-0.18 ns	-0.22 ns	0.78**	0.29 ns	0.64**						
8	0.12 ns	0.39*	0.37*	0.76**	0.42*	0.14 ns	0.34*					
9	-0.08 ns	0.04 ns	0.12 ns	0.026 ns	-0.06 ns	0.27 ns	0.038*	-0.11 ns				
10	-0.09 ns	0.05 ns	-0.11 ns	0.28 ns	-0.05 ns	0.28 ns	0.39*	-0.14 ns	0.02 ns			
11	-0.08 ns	-0.13 ns	-0.26 ns	-0.05 ns	-0.06 ns	-0.20 ns	-0.10 ns	-0.22 ns	-0.11 ns	0.02 ns		
12	0.02 ns	0.24 ns	0.33*	0.05 ns	-0.06 ns	-0.15 ns	0.17 ns	0.27 ns	0.33*	-0.20 ns	-0.79**	
13	-0.11 ns	0.14 ns	0.23 ns	-0.15 ns	-0.14 ns	-0.57**	0.11 ns	0.21 ns	0.02 ns	-0.07 ns	-0.07 ns	0.58**

ns، * و ** : به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, * and **: non-significant and significant at levels 5 and 1%, respectively.

-1	-0.9	-0.8	-0.7	-0.6	-0.5	-0.4	-0.3	-0.2	-0.1	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1

Negative correlation ← non-correlation → positive correlation

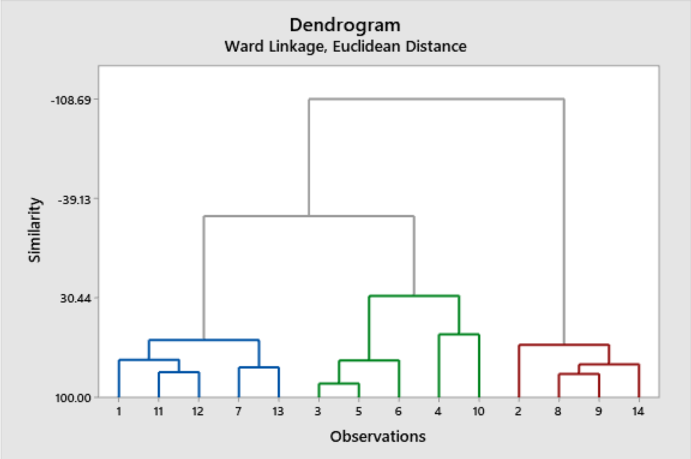
۱- ارتفاع درخت، ۲- سطح مقطع تنه، ۳- حجم تاج درخت، ۴- وزن میوه، ۵- وزن هسته، ۶- طول میوه، ۷- عرض میوه، ۸- عملکرد میوه، ۹- سفتی بافت میوه، ۱۰- مواد جامد محلول، ۱۱- اسیدیته قابل تیتراسیون، ۱۲- شاخص طعم، ۱۳- اسیدیته آب میوه

1- Tree height; 2- Trunk cross section; 3- Crown of the tree; 4- Fruit weight; 5- Stone weight; 6- Fruit length; 7- Fruit width; 8- Fruit yield; 9- Tissue firmness, 10- Soluble solids; 11- Titrarable acidity; 12- Flavor index; 13- pH

جدول ۷- تجزیه رگرسیونی گام به گام برای عملکرد میوه به‌عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به‌عنوان متغیر مستقل

Table 7- Stepwise regression for fruit yield as dependent variable and other traits as independent variable

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
عدد ثابت Constant	-2.65	2.84	-0.93	0.035
ارتفاع درخت (X1) Tree height (X1)	-0.0713	0.0284	-2.51	0.016
سطح مقطع تنه (X2) Trunk cross section (X2)	0.3501	0.0785	4.46	0.000
وزن میوه (X3) Fruit weight (X3)	0.0567	0.0122	4.63	0.000
R-Sq (adj)= 53.23%				
Y= -2.65 – 0.0713 (X1) + 0.3501 (X2) + 0.0567 (X3)				



شکل ۱- تجزیه کلاستر ۱٤ ارقام و ژنوتیپ هلو در شرایط اقلیمی خراسان رضوی براساس صفات پومولوژیکی و مورفولوژیکی

Figure 1- Cluster analysis for 14 cultivars and genotypes of peach grown in Khorasan Razavi climatic conditions based on pomological and morphological traits

۱-'انجیری مالکی'، ۲-'فایت'، ۳-'پاییزه مشکین‌شهر'، ۴-'شندآباد-۵'، ۵-'اسپرینگ تایم'، ۶-'حاج کاظمی'، ۷-'دستگیر'، ۸-'سفید سردرود'، ۹-'شندآباد هسته جدا'، ۱۰-'انجیری زعفرانی'، ۱۱-'گجیل'، ۱۲-'شابلون'، ۱۳-'وبله ۱۲'، ۱۴-'جی اچ هیل'

1-'Anjiri Maleki'; 2- 'Fayette'; 3- 'Paeeze Meshkinshahr'; 4- 'Shandabad-5'; 5- 'Spring time'; 6- 'Haj Kazemi'; 7- 'Dastgir'; 8- 'Sefid Sardrood'; 9- 'Shand Abad Haste Joda'; 10- 'Anjiri Zafarani'; 11- 'Gajil'; 12- 'Shablon'; 13- 'Boole-12'; 14- 'G.H. Hil'

نتیجه‌گیری

براساس نتایج ارزیابی دوساله ارقام و ژنوتیپ‌ها، تنوع بالایی در بین صفات مختلف ژنوتیپ‌های مورد بررسی وجود داشت. ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از قدرت رشدی متفاوتی برخوردار بودند به‌طوری که از نظر صفات ارتفاع، سطح مقطع تنه، حجم تاج درخت و همچنین زمان برداشت و دوره گلدهی اختلاف داشتند. انجیری مالکی' زودگل‌ترین و شندآباد هسته جدا'دیر گل‌ترین بودند. زودرس‌ترین اسپرینگ تایم و شندآباد-۵ و دیررس‌ترین ژنوتیپ انجیری زعفرانی' و پاییزه مشکین‌شهر' بودند. اثر سال بر اکثر صفات مورفولوژیکی، پومولوژیکی و کیفی و همچنین بیوشیمیایی معنی‌دار بود و در سال دوم در مقایسه با سال اول افزایش داشت. حاج کاظمی' بیشترین ارتفاع درخت، حجم تاج و سطح مقطع تنه و شندآباد هسته جدا در صفت وزن هسته نسبت به سایر ارقام برتری داشت. فایت دارای بیشترین وزن میوه و عملکرد بود. بیشترین مواد جامد محلول، شاخص طعم و pH آب میوه در انجیری زعفرانی، بیشترین اسیدیته قابل تیتراسیون، در انجیری مالکی مشاهده شد. براساس نتایج تجزیه همبستگی و تجزیه رگرسیون گام به گام، وزن میوه از صفات بسیار مؤثر در عملکرد نهایی درخت می‌باشد. در مجموع فایت و شندآباد هسته جدا به دلیل داشتن عملکرد و وزن میوه بالا و همچنین قرارگیری با شاهد (جی‌اچ هیل) در یک گروه کلاستر به‌عنوان رقم و ژنوتیپ برتر برای کشت در شرایط اقلیمی استان خراسان رضوی قابل توصیه می‌باشد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی و ایستگاه تحقیقات کشاورزی گلمکان که در زمینه انجام این پژوهش نهایت همکاری را نمودند، کمال تشکر و قدردانی را داریم.

منابع

1- Abdollahi R., Hajilou J., Zainalabedini M., Mahna N., and Ghaffari M.R. 2019. Evaluation of qualitative traits of peel and flesh of some peach cultivars and genotypes. Iranian Journal of Horticultural Science 50(1): 151-162. (In Persian with English abstract)
2- Abedi B., Parvaneh T., and Ardakani E. 2019. Evaluation of physical properties of fruit, secondary metabolites, and browning index of bekran red flesh apple genotype and some spring apple cultivars. Journal of Horticultural Science 33(4): 609-622. (In Persian with English abstract)
3- Agricultural Statistics. 2018. Statistics of garden products. (In Persian)
4- Arshad M. 2002. Effect of quality and quantitative characteristics of 5 commercial peach cultivars in Karaj (Iran). MSc. Thesis, Islamic Azad University, Science and Research Campus Tehran, Iran. (In Persian with English abstract)

5- Arzani K., Khoshghalb H., Malakouti M.J., and Barzegar, M. 2008. Postharvest physicochemical changes and properties of Asian (*Pyrus serotina* Rehd.) and European (*Pyrus communis* L.) pear cultivars. Horticulture, Environment, and Biotechnology 49(4): 244-252.
6- Asma B.M., and Ozturk K. 2005. Analysis of morphological, pomological and yield characteristics of apricot germplasm in Turkey. Genetic Resources and Crop Evolution 52: 305-313
7- Bassi D., and Selli R. 1990. Evaluation of fruit quality in peach and apricot. Advanced Horticultural Science 4: 107-112.
8- Byrne D.H. 2003. Breeding peaches and nectarines for mild-winter climate areas: state of the art and future directions.In: Marra F. and Sottile F.(Eds.) Proceeding of the first Mediterranean Peach Symposium, Agrigento, Italy. Pp. 102-109.
9- Byrne D.H., Raseira M.B., Bassi D., Piagnani M.C., Gasic K., Reighard, G.L., Moreno M.A., and Salvador, P. 2012. Peach. In: Badenes ML and Byrne DH (Eds.), FruitBreeding. Springer, New York, pp: 523-536.
10- Cantin C., Torrents J., Gogorcena Y., and Moreno, M. 2006. Mejora y seleccion de nuevas variedades de melocotonero para condiciones del Valle Medio del Ebro. Actas de Horticultura 45: 209-210.
11- Cantín C.M., Gogorcena Y., and Moreno M.A. 2010. Phenotypic diversity and relationships of fruit quality traits in peach and nectarine [*Prunus persica* (L.) Batsch] breeding progenies. Euphytica 171(2): 211-226.
12- Ceccarelli D., Talento C., Sartori A., Terlizzi M., Caboni E., and Carbone K. 2016. Comparative characterization of fruit quality, phenols and antioxidant activity of de-pigmented “Ghiaccio” and white flesh peaches. Advanced Horticultural Science 30(3): 175-181.
13- Dabbou S., Lussiana C., Maatallah S., Gasco L., Hajlaoui H., and Flamini G. 2016. Changes in biochemical compounds in flesh and peel from *Prunus persica* fruits grown in Tunisia during two maturation stages. Plant Physiology and Biochemistry 100: 1-11.
14- Davarynejad G., Khorshidi S., Nyéki J., Szabó Z., and Gal-Remennyik J. 2010. Antioxidant capacity, chemical composition and physical properties of some apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivars. Horticulture Environment and Biotechnology 51(6): 477-482.
15- Dejampour J. 2013. Evaluation of early spring frost damage in different types of almond and apricot caltivars. Journal of Horticulture Science 27(3):201-309. (In Persian with English abstract)
16- Desnoues E., Baldazzi V., Génard M., Mauroux J.B., Lambert P., Confolent C., and Quilot B. 2016. Dynamic QTLs for sugars and enzyme activities provide an overview of genetic control of sugar metabolism during peach fruit development. Journal of Experimental Botany 67(11): 3419-3431.
17- Dirlewanger E., Cosson P., Boudehri K., Renaud C., Capdeville G., Tauzin Y., Laigret F., and Moing A. 2006. Development of a second-generation genetic linkage map for peach [*Prunus persica* (L.) Batsch] and characterization of morphological traits affecting flower and fruit. Tree Genetics & Genomes 3: 1-13.
18- Dirlewanger E., Graziano E., Joobeur T., Garriga-Caldere F., Cosson P., Howad W., and Arús P. 2004. Comparative mapping and marker-assisted selection in Rosaceae fruit crops. Proceedings of the National Academy of Sciences 101: 9891-9896.
19- Dirlewanger E., Moing A., Rothan C., Svanella L., Pronier V., Guye A., Plomion C., and Monet R. 1999. Mapping QTLs controlling fruit quality in peach [*P. persica* (L.) Batsch]. Theoretical and Applied Genetics 98: 18-31.
20- FAOSTAT. 2016. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO Statistics Division [Online]. Available at http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC (accessed 5 May 2018). USDA-NASS, Washington, DC. USA.
21- Fathi H., Dejampour J., Jahani U., and Zarrinbal M. 2013. Tree and fuit characterization of peach genotypes grown under Ardabil and East Azarbaijan environmental conditions in Iran. Crop Breed Journal 31(1): 31-43. (in Persian with English abstract)
22- Fathi H., Jeldari J.Y., and Bozari N. 2015. Study on the compatibility of vegetative and reproductive traits of some peach cultivars in Meshkinshahr climate. Journal of Production and Processing of Crop and Gardening 4(13): 118-103. (In Persian with English abstract)
23- Fonti Forcada C., Gradziel T.M., Gogorcena Y., and Moreno M.A. 2014. Phenotypic diversity among local Spanish and foreign peach and nectarine (*Prunus persica* (L.) Batsch) accessions. Euphytica 197: 261-277.
24- Hajilou J., and Fakhimrezaei S. 2011. Evaluation of fruit physicochemical properties in some peach cultivars. Research in Plant Biology 1(5): 16-21. (in Persian with English abstract)
25- Hilaire C. 2003. The peach industry in France: state of art, research and development. PP. 27-34. In: Marra, F. and F. Sottile (Eds.), First Mediterranean Peach Symposium, Agrigento, Italy.
26- Iglesias I., and Echeverria G. 2009. Differential effect of cultivar and harvest date on nectarine color, quality and consumer acceptance. Scientia Horticulturae 120: 41-50.
27- Mauliona E., Enrique L., Arroyob M., Daordenb E., Hugo Valentinib G., and Domingo Lucio Cervignia G. 2016. Performance profiling of *Prunus persica* (L.) Batsch collection and comprehensive association among fruit quality, agronomic and phenological traits. Scientia Horticulturae 198: 385-397.
28- Molaei S., Soleimani A., and Zeinolabedini M. 2016. Evaluation of quantitative and qualitative traits of some

apricot cultivars grown in Zanjan region. Journal of Horticulture Science 30(1): 35-48. (In Persian with English abstract)

29- Mounzer O.H., Conejero W., Nicolas E., Abrisqueta I., Garcia-Orellana Y.V., Tapia L.M., Vera J., Abrisqueta J.M., and Ruiz-Sanchez M.C. 2008. Growth pattern and phonological stages of early- maturing peach trees under a Mediterranean climate. Horticulture Science 43: 1813-1818.

30- Nelson K.E., Schutz H.G., Ahmedull M., and McPherso J. 1973. Flavor preferences of supermarket customers for Thompson Seedless grapes. American Journal of Enology and Viticulture 24: 31-40.

31- Rahemi M. 2009. Physiology of postharvest. Publication of Shiraz University. (In Persian).

32- Rahmari M., Davarynejad G., Ghani A., Attar S., Mirabi E., and Razaghiyadak L. 2012. Investigating physico-chemical characteristics and antioxidant activity of some commercial peach cultivars fruit. Journal of Plant Productions 36(4): 81-93. (In Persian with English abstract)

33- Rahmati M., Davarynejad G.H., Ghani A., Attar S., Mirabi A., and Razighi Yadak L. 2014. Study of physicochemical characteristics and antioxidant activity of some fruit peaches. Plant Products (Agricultural Scientific Journal) 36(4): 93-81. (In Persian with English abstract)

34- Raseira M.C.B., Byrne D.H., and Franzon R.C. 2008. Pessegueiro – Tradição e poesia. In: Barbieri, R. L., Stumpf, E. R. T. Origem e evolução de plantascultivadas. 1st edition. Brasília/DF: EmbrapaInformação Tecnológica 1: 679–705.

35- Rasulzadegan Y. 1991. Fruit crop in temperate areas. First Edition, Isfahan University of Technology. (In Persian)

36- Reig G., Alegre S., Gatius F., and Iglesias I. 2015. Adaptability of peach cultivars [*Prunus persica* (L.) Batsch] to the climatic conditions of the Ebro Valley. With special focus on fruit quality. Scientia Horticulturae 190: 149-160.

37- Reig G., Iglesias I., Gatius F., and Alegre S. 2013. Antioxidant capacity, quality, and anthocyanin and nutrient contents of several peach cultivars [*Prunus persica* (L.) Batsch] grown in Spain. Journal of Agricultural and Food Chemistry 61(26): 6344-6357.

38- Ruiz D., and Egea J. 2008. Phenotypic diversity and relationships of fruit quality traits in apricot (*Prunus armeniaca* L.). Germplasm. Euphytica 163: 143-158.

39- Sansavini S., Gamberini A., and Bassi D. 2006. Peach breeding, genetics and new cultivar trends. In: Infante, R. VI International Peach Symposium, Acta Horticulturae 713: 23-48.

40- Scorza R., and Lobos D. 2008. Genetic interaction of pillar (columnar), compact and dwarf peach tree genotypes. In: Journal of the American Society of Horticultural Science 127(2): 254-261.

41- Singh D., Yepthomi G., and Kumar K. 2014. Performance of some low chill peach, *Prunus persica* (L.) Batsch germplasm accessions for fruit quality traits in Himachal Pradesh. International Journal of Farm Sciences 4(3): 72-80.

42- Tzoner R., and Yamaguchi M. 1999. Investigations on some far-east prunus species, phenology. Acta Horticulture 488: 239-242.

43- Williamson J.G., and Sherman N.B. 1997. Sunred nectarine. Fruit Varieties Journal 51: 194-195.

44- Zadbagheri M., Mostafavi M., Khalili A., and Sadraei Mangili K. 2005. Study of quantitative and qualitative traits of 6 Iranian and foreign cherry cultivars and the relationship between these traits and fruit cracking rate. Journal of Agricultural Sciences 11: 127-142. (In Persian with English abstract)

Journal of Horticultural Science
Vol. 35, No.1, Spring 2021, P. 87-102
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۵، شماره ۱، بهار ۱۴۰۰، ص. ۱۰۲-۸۷
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Evaluation of Pomological and Morphological Traits of some Peach (*Prunus persica* L. BatSch) Cultivars and Genotypes under Khorasan Razavi Climatic Conditions

E. Ganji Moghadam[1]*- A. Ghahramani[2]- S.Y. Seyedmasomi-Khiyavi[3]
Received: 24-06-2020
Accepted: 22-09-2020

Introduction: Peach (*Prunus persica* L.) is one of the most essential fruit in Iran and the world. This fruit is suitable for both fresh markets and industrial producer and it is quite favorable by consumers. The efficiency of production is strongly influenced by the chosen peach cultivars. New cultivars are constantly in development by breeders. However, all characteristics are required to be examined include their ecological adaptation ability, productivity, fruit quality, and market value before orchard establishment. Studying the new cultivars is practically essential for exact determination of morphological and phenological features of genotype which is important. However, there is limited information on the global evaluation of fruit quality in breeding progenies and their relationships with pomological traits. Furthermore, the cultivated peach area under Khorasan Razavi province is 1850 ha and the production of fruit is 11283 tons. Therefore, the selection of suitable cultivars for cultivation in the region is very important due to the high economic lifespan of peaches (20-30 years), which in some commercial orchards this period is reduced to 12-15 years. Therefore, this study aims to evaluate the pomological and morphological traits of 14 peach genotypes and cultivars in Khorasan Razavi province climatic conditions to select cultivars or genotypes compatible with high quantitative and qualitative performance.

Materials and Methods: This study was performed in two-years (2016-17 and 2017-18) experiments based on a complete randomized block design with three replications on 14 peach cultivars and genotypes in Golmakan Agricultural and Natural Resources Research Station on 4-years-old trees with density planting system at a spacing of 4 ×5 m. The type of applied irrigation was drip irrigation, with common fertilizer. Trees were trained to an open center system. The vegetative (tree height, trunk cross-section, the crown of the tree), phenological (first bloom, full bloom, end of flowering, flowering period, and harvest time) and reproductive (fruit weight, stone weight, fruit length, fruit width, fruit yield, total soluble solids, titratable acidity, flavor index, and pH) traits were evaluated. It is necessary to explain the soluble solids content by Refractometer (Model 7887, Osk Japan) in terms of percentage and acidity by titration with NaOH (0.1 N) based on predominant peach acid, malic acid. The ratio of soluble solids to acidity was obtained by dividing soluble solids by acidity. The pH of the fruit juice was measured with a portable pH meter at room temperature (23–18 °C). Data analysis was performed using SAS software (version 9.2) and means were compared using Duncan's multiple range test. Stepwise regression and cluster analysis (Ward method) was conducted by Minitab software (version 19). Simple correlation (Pearson) between traits from the mean of two-year data was performed using SAS statistical software (version 9.2), in which positive correlation with blue color and negative correlation with red color was determined, which increased the color intensity indicates an increase in the correlation coefficient.

Results and Discussion: The results showed that year and genotype had significantly different effects on all studied traits. ‘Anjiri Maliki’ and ‘Shindabad Hastejoda’ were the earliest and the most late-flowering genotypes, respectively. Among the studied genotypes, ‘Shindabad-5’ and ‘Spring Time’ were the earliest fruiting genotypes, and ‘Meshkinshahr Paeeze’, ‘Kajil’, and ‘Anjiri Zafarani’ were the most late-fruiting genotypes. ‘Haj Kazem’ genotype had the highest tree height (236.18 cm), trunk cross-section (181.83 cm^2), and tree crown volume (73.34 cm^3), which compared to the control genotype (‘G.H. Hill’) showed 38.62%, 79.9%, and 55.7%

1- Associate Professor, Crop and Horticultural Science Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran
(*- Corresponding Author Email: e.ganji@ areeo.ac.ir)
2- Ph.D. Student, Department of Horticultural Science (Breeding and Physiology), Bojnord Branch, Islamic Azad University, Bojnord, Iran
3- Assistant Professor, Crop and Horticultural Science Research Department, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ardabil, Iran
DOI: 10.22067/jhorts4.v35i1.87233

increases, respectively. In the second year of the experiment, the characteristics of fruit weight, stone weight, fruit length, fruit width, and fruit yield increased by 41.72%, 43.45%, 16.61%, 16.40% and 81.99%, respectively, compared to the first year. The highest amount of single fruit weight (165.28 g) in 'Fayette' genotype, stone weight (7.04 g) and fruit length (65.05 mm) in 'Shinabad Hastejoda' genotype, fruit width (66.04 mm) in 'Shandabad-5', and fruit yield in 'Fayette' and 'Paeeze Meshkinshahr' genotypes (with an average of 21.78 and 21.33 kg, respectively) were obtained. 'Anjiri Zafarani' genotype had the highest content of soluble solids (16.95%), flavor index (48.38), and acidity (4.65), which compared to control genotype were increased 0.1%, 69.38% and 25.8%, respectively. Fruit yield had a positive and significant correlation with trunk cross-sectional traits, tree crown volume, fruit weight, stone weight, and fruit width. According to this study, the tree height, trunk cross-section, and fruit weight traits were entered into the regression model, respectively, and finally, the traits entered in the model justified 53.23% of the fruit yield changes.

Conclusion: Generally, 'Fayette' and 'Shindabad Hastejoda' genotypes can be recommended as the best genotype for cultivation in the Khorasan Razavi region due to their high quantitative and qualitative yield.

Keywords: Biochemical traits, Climatology, Fruit yield, Regression analysis, Vegetative traits